

A Biblioteca Alexandrina em Atividades Problematizadoras no Ensino de Física

*The Alexandrian Library in Problematizing Activities in Physics
Teaching*

*La Biblioteca de Alejandría en la Problematización de las Actividades en
la Enseñanza de la Física*

Jacson Santos Azevedo, (jacsonsantosazevedo@gmail.com)

Universidade Federal da Bahia – UFBA, Brasil.

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Brasil.

Resumo:

O estudo da Astronomia no Ensino Médio, em um curso de Física, se dá, em geral, no 1º Ano e como um tópico inserido em Mecânica. A maioria dos livros didáticos procuram abordar, principalmente, as três leis de Kepler (1571-1630), a gravitação universal de Newton (1643-1727) e um breve estudo sobre campo gravitacional. Este artigo, através de fontes secundárias, buscou abordar aspectos históricos da Astronomia dos gregos antigos, discorrendo sobre personagens importantes como Eratóstenes de Cirene (276-196 a.C.) e sua experiência na determinação da circunferência da Terra, ao qual é dedicada uma seção do artigo. O papel relevante da Biblioteca de Alexandria na concentração da cultura científica no mundo antigo também ganha uma seção neste trabalho na qual é discutida, considerando seus objetivos dominadores sobre outras culturas e povos da época, o acesso negado do conteúdo da biblioteca alexandrina às camadas populares e, por consequência, intensificação do controle sobre as mesmas. Por último, e explorando recursos tecnológicos simples como os audiovisuais, é elaborado um conjunto de duas atividades problematizadoras para o ensino-aprendizagem desses recortes históricos que possibilita uma comunicação interdisciplinar entre Física, Astronomia, História e Filosofia, com ênfase nas contribuições dos gregos antigos, muito embora tais atividades não percam seu lastro com as demandas da atualidade que exigem, diante dos ataques de setores ultraconservadores no âmbito da educação pública brasileira (negacionismo, terraplanismo, homeschooling, Escola sem Partido, entre outros), um ensino de Física crítico, transformador e elencado com o futuro.

Palavras-chave: História da Astronomia grega; Ensino de Física; Atividades problematizadoras.

Abstract:

The study of Astronomy in High School in a Physics course takes place, in general, in the 1st year and as a topic inserted in Mechanics. Most textbooks seek to address, mainly, Kepler's three laws (1571-1630), Newton's universal gravitation (1643-1727) and a brief study of the gravitational field. This article, through secondary sources,

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

sought to address historical aspects of the Astronomy of the ancient Greeks, discussing important characters such as Eratosthenes of Cyrene (276-196 BC) and his experience in determining the circumference of the Earth, to which a section of the article is dedicated. The relevant role of the Library of Alexandria in the concentration of scientific culture in the ancient world also gains a section in this work in which it is discussed, considering its dominating objectives over other cultures and peoples of the time, the exclusion of the content of the Alexandrian library from the popular layers and, consequently, intensify control over them. Finally, and exploring simple technological resources such as audiovisual ones, a set of two problematizing activities is elaborated for the teaching-learning of these historical clippings, which enables an interdisciplinary communication between Physics, Astronomy, History and Philosophy with emphasis on the contributions of the ancient Greeks, although such activities do not lose their ballast with current demands that demand, in the face of attacks by ultraconservative sectors within the scope of Brazilian public education (denialism, terraplanismo, homeschooling, Escola sem Partido, etc.), a critical, transformative and listed teaching of Physics with the future.

Keywords: History of greek Astronomy; Teaching Physics; Problem-solving activities.

Resumen:

El estudio de la Astronomía en la Enseñanza Media en un curso de Física se realiza, en general, en el 1º año y como tema inserto en Mecánica. La mayoría de los libros de texto tratan de abordar, principalmente, las tres leyes de Kepler (1571-1630), la gravitación universal de Newton (1643-1727) y un breve estudio del campo gravitatorio. Este artículo, a través de fuentes secundarias, buscó abordar aspectos históricos de la astronomía griega antigua, discutiendo personajes importantes como Eratóstenes de Cirene (276-196 a. C.) y su experiencia en la determinación de la circunferencia de la Tierra, a lo que se dedica una sección del artículo dedicado. El papel relevante de la Biblioteca de Alejandría en la concentración de la cultura científica en el mundo antiguo gana también un apartado en este trabajo en el que se discute, considerando sus objetivos dominantes sobre otras culturas y pueblos de la época, la exclusión del contenido de la biblioteca alejandrina de las capas populares y, en consecuencia, intensificar el control sobre ellas. Finalmente, y explorando recursos tecnológicos simples como los audiovisuales, se elabora un conjunto de cuatro actividades problematizadoras para la enseñanza-aprendizaje de estos recortes históricos, que posibilita una comunicación interdisciplinar entre Física, Astronomía, Historia y Filosofía con énfasis en los aportes de la los antiguos griegos, aunque tales actividades no pierden el lastre con las demandas actuales que exigen, frente a los ataques de sectores ultraconservadores en el ámbito de la educación pública brasileña (negacionismo, terraplanismo, homeschooling, Escola sem Partido, etc.), una actitud crítica, enseñanza transformadora y cotizada de la Física con el futuro.

Palabras-clave: Historia de la astronomía griega; Enseñanza de la Física; Actividades de resolución de problemas.

INTRODUÇÃO

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

A atual realidade do ensino de Física no Brasil é amplamente marcada pela aprendizagem mecânica de conteúdos e pela testagem em provas e exames, como atesta Moreira (2017). Outras características preocupantes desse ‘ensino’ também são apontadas pelo autor tais como a ausência do uso de TDIC’s (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) e conteúdos contemporâneos da Física (Supercondutividade, Bóson de Higgs, Ondas gravitacionais, entre outros), assim como, a centralidade da narrativa docente, no livro didático ou no quadro-de-giz, inviabilizando a diversificação de ferramentas didáticas no processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA, 2000). Entretanto, tal quadro possibilita a implementação de ações/reflexões na tentativa de minimizar perspectiva tão negativa para o futuro da Física na Educação Básica. É com este cenário que a História e Filosofia da Ciência (adiante, HFC) permite lançar luz e contribuir para o debate evocado em torno das demandas futuras que orbitam o ensino de Física (MATTHEWS, 1991; 1995). Antes, vamos delinear alguns trabalhos de pesquisa em HFC.

Fruto de diferentes investigações por pesquisadores e educadores, a HFC é objeto de questionamentos a respeito de sua eficácia. Em determinada pesquisa Peduzzi (2011) faz um balanço orientador das alegações desfavoráveis de seu uso e também classifica pontos positivos em sua inserção nas salas de aula. Concentrando-se nesse último ponto e em seus desdobramentos para o ensino, o contato do estudante com aspectos histórico-filosóficos demonstra, no que tange somente a fragilidade da observação neutra no fazer ciência (como se, equivocadamente, a Física/Ciências estivesse isolada da sociedade (PONCZEK, 2002, p. 21-36)), entre outros quesitos, o reconhecimento da mutabilidade das teorias científicas e seu caráter de elaboração/construção coletiva. Ademais, quando bem articulada, a HFC também contribui como ferramenta na desconstrução das concepções alternativas dos estudantes, e, à luz das epistemologias atuais, coloca em xeque o denominado “Método Científico” rígido e algorítmico, sem decair em um relativismo científico dogmático, tanto conceitual quanto metodológico, no qual é negado a existência da realidade objetiva e da implementação de metodologias no processo científico, conforme atestam Gil Pérez et al. (2001, p. 130-131).

Existem visões deformadas da ciência reproduzidas por docentes. Uma dessas visões, anteriormente mencionada, é a existência de um ‘Método Científico’ universal,

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

rígido e algorítmico que conduz com segurança os cientistas na obtenção de descobertas verdadeiras e infalíveis (GIL PÉREZ et al. 2001; VIDEIRA, 2006; EL-HANI, 2006). Perspectivas como esta produzem efeitos prejudiciais nas atitudes dos estudantes em relação a ciência, como, por exemplo, que a ciência produz conhecimentos infalíveis, com descobertas perenes e que sempre geram resultados positivos para sociedade.

Ainda alicerçado no trabalho de Gil Pérez et al. (2001), a pesquisa foi assentada em dois pontos, a saber: uma classificação que totalizava sete distorções associadas a natureza da produção científica e, a partir das convergências arrimadas em certas epistemologias, a exposição de cinco consensos que circundam a confecção do trabalho científico. Com relação ao ensino, podemos assinalar a função central da HFC em auxiliar nas discussões problematizadas que cercam a natureza da ciência por apresentar o processo que orientou as produções científicas, evidenciando os retrocessos, as crises e as possíveis disputas comumente ignoradas ou simplificadas nas narrativas de livros e textos (SILVA et al., 2018).

Aprofundando este debate entre HFC e as aulas de Física, Silva (2010) destaca algumas considerações relevantes dentre as quais podemos enunciar: a HFC pode ser útil, quando bem integrada com as concepções espontâneas dos estudantes por comporem teorias científicas passadas, de acordo com o quadro apresentado por Valadares (2012, p. 96-99); a HFC salienta o papel coletivo da ciência; a possível influência sócio-política e religiosa na ciência, bem como as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (GIL PÉREZ et al., 2001), encontram precedentes históricos; e a contextualização histórica é um fio condutor do enredo do processo filosófico-científico que permeia conceitos, teorias e equações (SOUZA et al., 2021). Além disso, o autor também faz um convite à reflexão sobre os riscos de reducionismos e deformações quando a HFC é operada de modo a-problemático e sem o devido cuidado como nos textos didáticos (AZEVEDO; MONTEIRO JÚNIOR, 2020; NUNES; QUEIRÓS, 2020).

A título de constatação e dialogando com a investigação em acústica, as pesquisas de Monteiro Júnior e Medeiros (1999) e Monteiro Júnior e Carvalho (2011) trazem uma luz sobre a abordagem superficial dada a HFC em livros didáticos envolvendo a Física Acústica. Por meio de duas categorias analíticas no trabalho de 1999, que contou com a

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

avaliação de dezenove livros didáticos, nenhum deles abordou os aparatos de análise e registros de som elaborados nos séculos XVIII e XIX, assim como todos os textos transmitiam uma concepção ingênua da ciência, ou seja, a ciência é sempre precisa e estática com seus modelos explicativos e pressupostos. Seus modelos, ao contrário, são aproximações acompanhadas de incertezas críticas e mudanças paradigmáticas as quais, de acordo com a visão kuhniana, são pavimentadas em momentos de crise de algum modelo paradigmático científico em voga, substituído por outro mais completo e com mais respostas em relação ao anterior (CHALMERS, 1993). Na pesquisa de 2011, das coleções analisadas através da categoria ‘Uso da história e filosofia’, metade delas não valorizava a função da HFC como aporte para apreensão dos processos científicos na edificação da Física Acústica, como por exemplo as discussões que cercaram físicos e matemáticos dos séculos XVII e XVIII na busca por uma solução analítica para o problema das cordas vibrantes. Logo, nota-se o tratamento pouco expressivo dado a História da Acústica.

Em outras pesquisas, Medeiros e Monteiro Júnior (2001) e Monteiro Júnior et al. (2009) aproximam a experimentação no ensino de física da HFC por meio de reconstruções híbridas de aparatos históricos nos estudos sonoros, tecendo um quadro significativo calcado na HFC de equipamentos de registros de som a partir do século XIX. Como produto a ser implementado nas salas de aula, os autores elaboraram um equipamento alternativo, com custo relativamente baixo, que reproduzia com ótima aproximação as figuras de Lissajous, articulando acústica e ótica, bem como aspectos da geometria analítica. Tais aparatos transportam recortes da HFC que podem trazer dinamismo às aulas de Física as quais, em uma perspectiva metodológica tal como o ensino por investigação (CARVALHO, 2018) ou mesmo os três momentos pedagógicos (3MP) de Angotti e Delizoicov (STUDART, 2019, p. 18-19), indicam caminhos mais críticos aos docentes interessados em utilizá-la como recurso didático-pedagógico. Nesse sentido, a modalidade Textos Históricos, segundo Carvalho et al. (1999), lança mão de textos didáticos extraídos de fontes primárias e adaptados para atividades com vistas a posicionar os estudantes para o entendimento da ciência como empreendimento humano, com seus percalços e limitações, evitando assim concepções imediatas dos resultados da ciência, onde essa passa a ser compreendida agora como paulatina e consolidada historicamente (BATISTA; SILVA, 2018).

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

De acordo com a exposição acima, foi possível constatar que, além de recurso contextual, almejando a apreensão da natureza da ciência e de sua produção, a HFC também compõe um leque expressivo na pesquisa no ensino de Física (TEIXEIRA et al., 2012) e possibilita incursões diferenciadas na prática didática (CARVALHO; SASSERON, 2015). Por último, considerando o panorama do ensino de Física e as aberturas para novas práticas pedagógicas com ênfase na HFC (SILVA et al., 2018), oportunidades de desenvolvimento profissional emergem como instrumento de combate ao esvaziamento dos cursos de Ciências/Física (JÚNIOR et al., 2012; MORAES et al., 2020) e seu efeito imediato, qual seja o reduzido número de docentes habilitados na regência em Física (MOREIRA, 2017). Tais oportunidades permitem a admissão de educadores alicerçados nos marcos construtivistas e em iniciativas inovadoras, como a inserção de metodologias ativas no ciclo básico dos cursos de Física em centros acadêmicos, sendo a HFC uma forte aliada nesta direção.

O panorama tecido até aqui, em relação ao uso da HFC no ensino, converge com a proposta deste artigo de explorar tópicos da Astronomia dos gregos antigos como recurso didático e, sendo assim, uma abordagem histórica voltada para o ensino de Física. Dito isso, na próxima seção, vamos fazer um breve balanço histórico das realizações e contribuições dos gregos antigos no desenvolvimento da Astronomia.

UM BREVE PASSEIO HISTÓRICO NA ASTRONOMIA GREGA

A história da ciência grega é tão rica que, segundo Filho e Saraiva (2014), deve-se aos gregos o papel central do avanço da Astronomia em relação aos outros povos da antiguidade, como os egípcios, quando uniram Astronomia com a Matemática, dando um tratamento mais objetivo e menos espiritual, quando enviesada pela Astrologia, ao estudo dos astros, apesar do pioneirismo dos babilônios e persas no desenvolvimento da Astronomia matemática, obtendo um ano solar com 365 dias (BASSALO, 1990). A título de exemplo do protagonismo científico dos gregos antigos, de acordo com Mourão (1977), a escola pitagórica, 600 anos antes da era cristã, já defendia a esfericidade da Terra, da Lua e do Sol, além de fortalecer a narrativa da rotação da Terra e da revolução de Mercúrio e Vênus em torno do Sol sendo, talvez, o primeiro ensaio de construção de um modelo quase heliocêntrico. Outra grande contribuição da ciência

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

grega antiga foi dada por Hiparco (190–120 a.C.). Ele foi responsável por catalogar mais de 1.080 estrelas visíveis em categorias e grandezas (BASSALO, 1990) e desenvolveu um grandioso trabalho ao registrar, medir e catalogar estrelas visíveis, sendo seu modelo de catálogo de estrelas utilizado até hoje pelos atuais astrônomos.

Os gregos também são os pioneiros no que diz respeito ao afastamento entre investigação científica e misticismo para compreender os fenômenos astronômicos (MOURÃO, 1977; STRATHERN, 1998). Muitos foram os feitos e os cientistas que, de uma forma ou de outra, colaboraram para o amadurecimento das observações astronômicas na Grécia antiga. Mourão (1977) afirma que Tales de Mileto (624–546 a.C.) defendia o formato esférico da Terra e o fato da Lua ser iluminada pelo Sol e, assim, uma fonte secundária de luz. Entretanto, Filho e Saraiva (2014) atribuem ao matemático e astrônomo Tales a defesa da Terra como um disco plano em uma grande extensão de água, abrindo espaço para um debate em torno desse ponto da história da astronomia grega. Já o seu discípulo Anaximandro (~610–546 a.C.) determinou a inclinação da eclíptica, isto é, a inclinação da trajetória aparente do Sol em relação ao plano que passa na linha do Equador (FILHO; SARAIVA, 2014), entretanto acreditava que a Terra era cilíndrica.

Nesse âmbito, envolvendo as realizações significativas da Astronomia grega antiga, o experimento de Eratóstenes, determinou, com uma precisão sem precedentes na época, o comprimento da circunferência da Terra e a magnitude da Biblioteca de Alexandria. Tal espaço, durante o período helenístico no norte da África, foi uma grande incentivadora, concentradora e produtora da Arte, da Filosofia e da Ciência do mundo antigo e, sendo assim, também da Astronomia grega. Tais tópicos merecem ser revisitados com fins didáticos. Também podemos justificar a elaboração desta breve pesquisa pela crescente popularização de movimentos pseudocientíficos como o terraplanismo, segundo o qual negam a esfericidade da Terra, muito embora ofereçam oportunidades estimulantes de debates em sala de aula (SCHAPPO, 2019; AZEVEDO et al., 2022).

Diante do exposto, na próxima seção, vamos compreender o feito, concomitantemente, espetacular e simples que Eratóstenes construiu para determinar a circunferência da Terra, apesar de seu experimento não pretender demonstrar a sua

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

esfericidade (SILVEIRA, 2015). Na sequência, vamos levantar um debate pertinente sobre o papel desempenhado pela Biblioteca Alexandrina no mundo antigo e, por fim, fornecer uma sequência de atividades problematizadoras relacionadas com a história da Astronomia grega por meio de ferramentas simples como o uso de audiovisuais.

ERATÓSTENES E A MEDIDA DA CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA

De acordo com Vinagre e Lunazzi (s/d), mesmo diante da escassez de dados sobre sua vida, os autores trouxeram alguns pormenores biográficos. Eratóstenes nasceu em 275 a.C em Cirene, atual Líbia, no continente africano. Desde a tenra idade se mostrava uma pessoa curiosa e inquiridora, questionando sobre o Sol, as estrelas, dentre outros assuntos. Já no ginásio era apaixonado por Geografia e Matemática e, enquanto estudante em Atenas, na Grécia, estudou Matemática, Filosofia e Ciências. Seus talentos chamaram a atenção de Ptolomeu III Evérgeta (284–222 a.C.), faraó do Egito, que convidou Eratóstenes para ser tutor de seu filho em Alexandria. Esse convite expandiu suas possibilidades e abriu as portas para sua produção acadêmica.

No tocante ao seu feito experimental e cruzando os dados de Vinagre e Lunazzi (s/d) com outras referências (SAGAN, 1980; STRATHERN, 1998; SOUZA, 2001; NUSSENZVEIG, 2002; BÁEZ, 2004; CREASE, 2006; FILHO; SARAIVA, 2014; SILVEIRA, 2015; AZEVEDO et al., 2022), Eratóstenes provavelmente encontrou um papiro na Biblioteca de Alexandria no qual, em 21 de junho no solstício de verão, ao meio-dia, o Sol não produzia sombra em um poço em Siena, atual Assuã no Egito, tendo o raio de luz direção radial como aponta a Figura 1. Por outro lado, em Alexandria tinha-se sombras projetadas no mesmo horário uma vez que já era do conhecimento dos gregos a esfericidade da Terra (CREASE, 2006).

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

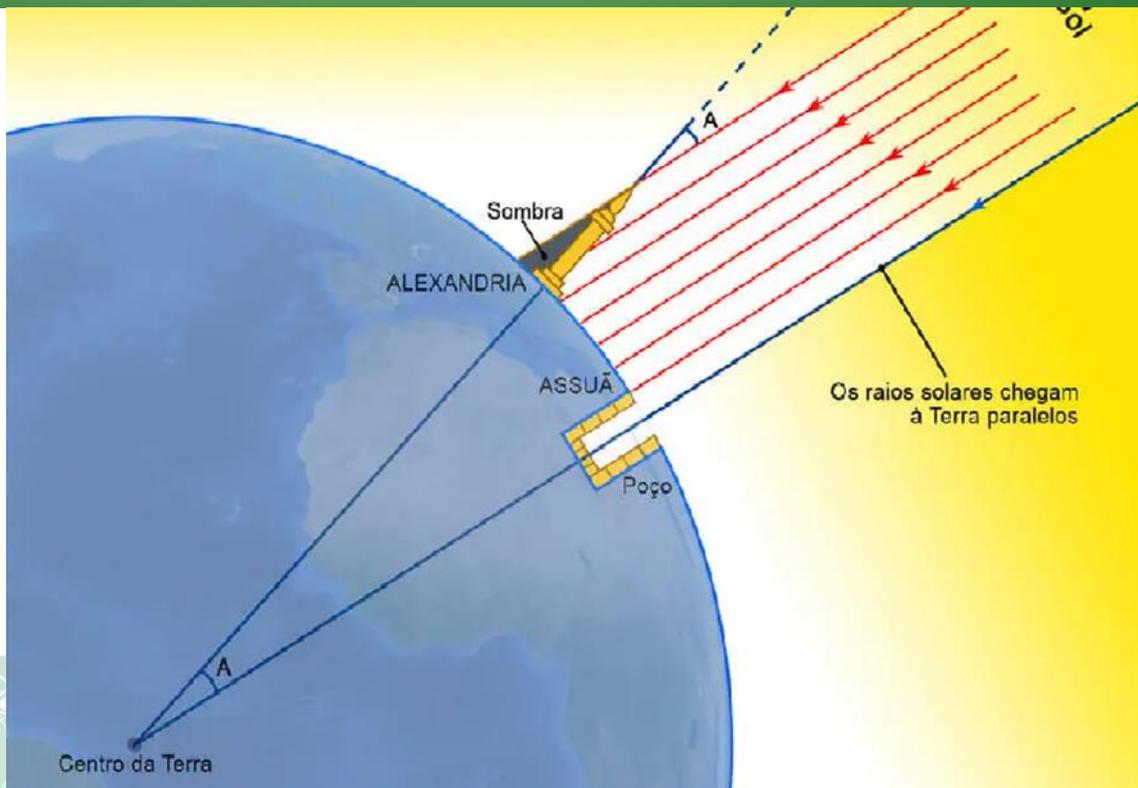


Figura 1: As projeções do experimento de Eratóstenes.

(Fonte: https://www.google.com/search?q=experimento+de+erat%C3%B3stenes&rlz=1C1FCXM_pt-PTBR974BR974&sxsrf=APwXEdllaSwLV2j8viVnMFAX7XrW07DDkw:1681654475618&source=lnms&tbnm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi0zJ2Ny67-AhVFDNQKHW2fC28Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=688&dpr=1.25#imgrc=jMGCODHuQj6cKM&imgdii=cTEjvgA0awE4uM).

Eratóstenes precisava encontrar um método para dividir a circunferência da Terra em frações iguais, hipótese levantada por Vinagre e Lunazzi (s/d). Como o ângulo central, entre Siena e Alexandria, era igual a $7,2^\circ$ e sabendo que o ângulo central de uma circunferência é 360° , uma conta simples envolvendo proporcionalidade, implica em:

$$N = \frac{360^\circ}{7,2^\circ} \quad (1)$$

$$N = 50. \quad (2)$$

Nas projeções de Eratóstenes, a circunferência da Terra era dividida em 50 frações idênticas tais que o comprimento de cada uma delas era igual à distância entre Alexandria e Siena. Portanto, para determinar a medida da circunferência da Terra, Eratóstenes deveria encontrar a distância entre as cidades de Alexandria e Siena.

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

Com a ajuda de agrimensores, treinados a manterem os passos com o mesmo comprimento para cálculos de medidas lineares, a distância encontrada entre as duas cidades foi de 5.000 estádios, sendo essa uma unidade grega comum na época, muito embora de difícil precisão atualmente, como assinalam Crease (2006) e Filho e Saraiva (2014). Adotando $C_1 = 5000$ *estádios* e sabendo ser um estádio igual a 157 metros, se pode encontrar o comprimento da circunferência da Terra. Vamos às contas:

$$C = 50.C_1 \quad (3)$$

$$C = 50.(5000 \text{ estádios}) \quad (4)$$

$$C = 250000 \text{ estádios.} \quad (5)$$

O resultado encontrado por Eratóstenes foi de 250.000 estádios para circunferência da Terra. Esse resultado foi incluído em sua obra *Geographika*. Em unidades atuais, o resultado encontrado por Eratóstenes corresponde a $C = 39250$ km, divergindo por 320 km para menos do atualmente aceito (NUSSENZVEIG, 2002). Um resultado excepcional considerando as inúmeras fontes de erros que acompanharam a experiência de Eratóstenes como o fato de Alexandria e Siena não estarem no mesmo meridiano, influenciando na medida da distância entre elas (AZEVEDO et al., 2022).

Na próxima seção deste resumo, vamos seguir com um breve levantamento de caráter histórico e político da famosa Biblioteca de Alexandria com a qual grandes nomes da Astronomia grega, como Eratóstenes e Ptolomeu, tiveram uma forte ligação. Filho e Saraiva (2014) apontam, por exemplo, que a cópia original do *Almagesto* de Ptolomeu estava nessa biblioteca. Outra proeza realizada nessa biblioteca, conforme Brown (2011), foi traduzir pela primeira vez para o grego a Bíblia hebraica.

A BIBLIOTECA DE ALEXANDRIA E A ASTRONOMIA GREGA

A famosa Biblioteca de Alexandria, também conhecida como “Museu”, foi uma grande fonte de conhecimento do mundo antigo patrocinando tanto a Astrologia como a Astronomia, sendo Eratóstenes, no ano de 235 a.C., nomeado seu chefe bibliotecário, assim como Hipátia ou Hipácia de Alexandria (360-415 d.C.) durante a dominação romana no Egito, a última cientista a trabalhar nesta biblioteca (SAGAN, 1980).

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

Elencaremos alguns detalhes desse santuário da ciência e das artes com propósitos dominadores.

A Biblioteca de Alexandria era formada pela união dos edifícios da parte real, “Museo”, com a biblioteca filha, no Templo de Serapis (CHASSOT, 2002; BÁEZ, 2014). Nela, segundo Sagan (1980) e Chassot (2002), encontravam-se armazenados entre 500 mil a 700 mil rolos de papiro, incluindo a seção secundária conhecida como “The Serapeum” (Templo de Serapis). Os textos eram em grego, babilônico, turco, hebraico, entre outros idiomas, mostrando o seu perfil eclético, o qual também se refletia nos moradores de Alexandria, considerada uma cidade cosmopolita (BROWN, 2011; CABRAL, 2014). Sagan (1980) dignifica a importância da Biblioteca de Alexandria, mas também aponta o papel dela na manutenção dos privilégios da classe dominante e intelectual daquela época haja vista, além de naturalizar a escravidão, nunca haver incentivado o acesso ao conhecimento produzido nesse espaço para as camadas populares.

Alexandria foi fundada pelo conquistador/colonizador macedônio Alexandre, o Grande (334-323 a.C.), que a escolheu por ser portuária e se conectar facilmente com o Rio Nilo e outras cidades importantes pelo Mar Mediterrâneo. Ele queria transformá-la no centro cultural do mundo antigo, contudo, com sua morte precoce, seu general Ptolomeu I Sóter (367-283 a.C.), incentivado por Demétrio de Falero (350/360-285 a.C.), assume essa região do império grego e constrói a famosa Biblioteca de Alexandria, em 288 a.C., herdando os planos originais de Alexandre (BÁEZ, 2004). Construída a biblioteca, constituída por horto, zoológico, um observatório astronômico e até uma sala para dissecação de cadáveres, seus pesquisadores eram pagos ou remunerados para exercerem suas atividades de pesquisa durante a dinastia ptolomaica, que durou 300 anos (CHASSOT, 2002). Além disso, os livros eram doados, comprados e até confiscados quando não havia algum exemplar na Biblioteca sendo, neste último caso, o viajante ressarcido pelo livro apreendido. Cabral (2014) também menciona a pilhagem como um dos métodos utilizados na aquisição de livros para a biblioteca (BÁEZ, 2004).

Cabral (2014) direciona seu trabalho de pesquisa para um papel mais político da Biblioteca de Alexandria ao sinalizar a aculturação e seletividade provocada pela

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

concentração de papiros. A aculturação, segundo a autora, se dava pela apropriação de livros e saberes de outros povos e civilizações, configurando em uma dominação cultural e lingüística a serviço do poder. Além disso, o Museu e a biblioteca real eram acessíveis somente a uns poucos filósofos e estudiosos, reis e seus descendentes, enquanto a biblioteca filha era reservada para aqueles de menor prestígio acadêmico e por moradores de Alexandria, demonstrando uma seletividade do público no acesso às obras da biblioteca. Ainda segundo a autora, as obras sagradas dos povos dominados, traduzidas para o grego, era um modo sutil de penetração na cultura do dominado pelo qual, via religião, os gregos dominadores ganhavam mais aceitação e, por efeito, perpetuava seu controle ideológico sobre outras civilizações. Logo, não existia uma preocupação séria em propagar o saber e o conhecimento, ou mesmo popularizá-lo com a Biblioteca de Alexandria, mas principalmente concentrá-lo como parte de seu projeto de dominação e governança (SAGAN, 1980).

Impondo sua lógica seletiva, grandes nomes pisaram nessa biblioteca como, a título de exemplos, Aristarco de Samos (310-230 a.C.), responsável pelo modelo heliocêntrico do Universo; Arquimedes (288–212 a.C.) com seus estudos matemáticos e sobre física; Euclides (360-295 a.C.) que escreveu, nas entranhas da biblioteca, seu famoso *Os Elementos*; Claudio Ptolomeu que propôs um sistema geocêntrico, em seu livro *Almagesto*, dominante na Idade Média; e o já mencionado Eratóstenes, o qual, além de versado em várias áreas do conhecimento (Poesia, Geografia, Matemática, Astronomia, entre outras) foi tutor da família real e responsável por encontrar o perímetro da Terra com um método já descrito acima.

A Biblioteca de Alexandria também passou por momentos difíceis antes de sua total destruição. Segundo o relato do historiador romano Plutarco (46–120 d.C.), um incêndio que começou nas docas do porto atingiu parte da biblioteca em função de uma guerra civil ptolomaica antes da era cristã (BÁEZ, 2004). Contudo, existe um forte debate sobre a verdadeira versão quanto à destruição da Biblioteca de Alexandria. Alguns historiadores responsabilizam a proclamação do Cristianismo, por volta de 400 d.C., como religião oficial do império romano que gerou uma onda anti-pagã, culminando na destruição da biblioteca do Templo de Serapis (BÁEZ, 2004; CABRAL, 2014). Diga-se de passagem, esta versão é a mesma defendida por Sagan (1980),

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

Oliveira (2016) e pelo filme *Alexandria* (ÁGORA, 2009). Por outro lado, historiadores culpabilizam a invasão árabe que pilhou Alexandria como responsável pela perda do acervo presente no “Museo”, por supostamente violar a fé no Islã, mas tal teoria é contestada por Báez (2004). Chassot (2002) menciona um processo gradual de destruição do acervo da biblioteca a partir da dominação romana, responsabilizando tanto os cristãos como os persas pelo fim da biblioteca. De uma maneira ou de outra, infelizmente, a humanidade perdeu parte da sua história com a destruição da Biblioteca de Alexandria que estava, de acordo com Cabral (2014), estreitamente ligada à dominação cultural da dinastia ptolomaica.

ATIVIDADES AUDIOVISUAIS

Em vista do exposto, confeccionamos um conjunto de atividades a partir de um documentário e um filme que dialogam com a temática evocada neste trabalho. As atividades incorporam o uso de tecnologias ao explorar a utilização de audiovisuais nas quais fomentam a formação de uma cultura científica mais ampla (VIANNA; ARAÚJO, 2016), a qual é contemplada em aspectos sociais, religiosos, éticos e políticos. Outro ponto significativo dessas atividades é seu caráter interdisciplinar, uma vez estas atividades poderem ser mediadas com a presença de docentes com formação em História e Filosofia (SANZOVO et al., 2019). Isto é, considerando o diálogo interdisciplinar entre Física, Astronomia, História e Filosofia, algumas passagens envolvem, nas atividades problematizadoras seguintes, a título de exemplo, um debate sobre o papel da mulher na ciência no mundo antigo, bem como a importância da biblioteca alexandrina na preservação do poder macedônio sobre outras culturas da época.

PRIMEIRA ATIVIDADE PROBLEMATIZADORA

A primeira atividade problematizadora poderia ser a exibição para a turma do filme *Alexandria* (ÁGORA, 2009). Na sequência, contando com a presença de um docente na área de História ou Filosofia, promover um cine debate em torno da temática proposta pela película. Sugerir uma roda de diálogo com os estudantes sobre os pontos fulcrais do filme como a ausência de respeito à diversidade religiosa e o papel da

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

mulher na ciência. Procurar fazer conexões do filme com nossa realidade, haja vista ser o nosso país hegemonicamente cristão, com a perseguição sofrida pelas religiões de matrizes africanas ou indígenas, por exemplo. Ou ainda, a dificuldade de expor temas ácidos nas escolas brasileiras, como o evolucionismo em contraponto a visão teísta.

SEGUNDA ATIVIDADE PROBLEMATIZADORA

Outra atividade problematizadora com o uso de audiovisual é solicitar à turma que elabore um resumo sobre o documentário A Biblioteca de Alexandria (O TESOURO PERDIDO DA BIBLIOTECA DE ALEXANDRIA, 1996). Formando grupos de quatro à cinco integrantes, construir um texto sobre o papel crucial que essa biblioteca teve no mundo antigo para o desenvolvimento da Ciência, da Filosofia e da Arte, bem como de manutenção do domínio grego sobre outras civilizações. Escolher um dia da semana para, em grupos separados e também contando com a presença de um professor de História ou Filosofia, pedir que cada grupo exponha seu resumo ao crivo dos demais como um modo de contribuir para avaliar os trabalhos em comunhão e a testar suas argumentações. Além disso, diante de alguns detalhes sobre a força e a contribuição da Biblioteca de Alexandria para o mundo antigo apresentados pelo documentário, levar seus estudantes para fazer uma visita à biblioteca de sua escola ou de seu bairro. Incluir o papel da Biblioteca Alexandrina como apropriadora do saber e do conhecimento a serviço da classe dominante da época. Também fomentar uma discussão sobre a importância desses espaços para a disseminação da cultura científica, da Arte e da Filosofia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho pretendíamos fazer um levantamento histórico municiando professores de Física do Ensino Médio em torno da riqueza que a Astronomia grega antiga oferece como estratégia de ensino-aprendizagem para turmas do 1º Ano, por meio de obras audiovisuais, destacando o papel da Biblioteca de Alexandria. Além do mais, muito embora não tenhamos tratado toda a temática com a devida contextualização, isto não implicou de nossa parte em um tratamento meramente biográfico e ilustrativo da história da Astronomia grega quando comparado às visões

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

anacrônicas e dogmáticas da história da ciência comumente fornecidas pelos livros didáticos (MONTEIRO JÚNIOR; MEDEIROS, 1998; MONTEIRO JÚNIOR; CARVALHO, 2011; NUNES; QUEIRÓS, 2020). Para confirmar tal afirmação, basta analisar o tratamento dado ao experimento de Eratóstenes e, principalmente, a discussão levantada em torno do papel desempenhado pela Biblioteca Alexandrina. Além disso, fazendo uso de recursos tecnológicos simples como filmes e documentários, em diálogo com alguns recortes da cosmologia da Grécia Antiga, foi possível construir pontes e conexões desses conteúdos com pautas sociais como a ampliação da participação das mulheres no meio científico e o respeito a diversidade religiosa em um país laico.

Mesmo reconhecendo o caráter motivador das atividades sugeridas, isso não minimizou o teor histórico-crítico das questões suscitadas e da atualidade dos debates evocados. Também aproveitamos para enfatizar que as atividades sugeridas por nós podem ter seus procedimentos ajustados e aperfeiçoados caso o docente deseje, adaptando-se às suas exigências e necessidades, desde que sejam salvaguardados os requisitos para um ensino-aprendizagem problematizador (FREIRE, 1996). Para finalizar, este trabalho de pesquisa ensejou considerar as demandas da atualidade que transportam complexidades relacionadas às questões políticas, sociais, éticas e religiosas, estas alinhadas com as visões consensuais sobre a natureza da ciência (GIL-PEREZ, 1993; GIL PEREZ et al., 2001; EL-HANI, 2006), que acabam por exigir um ensino de Física com atividades que contribuam para uma enculturação científica do educando mais abrangente, contextualizada, crítica e significativa (MOREIRA, 2000, 2006, 2017).

REFERÊNCIAS

A BIBLIOTECA de Alexandria. Produção: Kellie F. Briley. EUA: A&E Television Networks, 1996. 1 DVD (47 min.), son., color., legendado. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=TK5zppZzUy4>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

ALEXANDRIA (ÁGORA). Direção: Alejandro Amenábar. Espanha: Newmarket Films, 2009. 1 DVD (127 min.), son., color., dublado. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=gOUGg8wCweg>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

AZEVEDO, J. S.; MONTEIRO JÚNIOR, F. N. Tratamento histórico presente em livros didáticos de físico concernente à velocidade da luz. **História da Ciência e Interfaces: Construindo Interfaces**, V. 21, P. 48-64, 2020.

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

AZEVEDO, L. O. A.; RIBEIRO, O. S.; COSTA, N. C.; SINNECKER, E. H. C. P.; GANDELMAN, M. Revisitando o experimento de Eratóstenes: medida do raio da terra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, V. 44, e20210354 (P. 1 - 6), 2022.

BÁEZ, F. Apogeu e fim da Biblioteca de Alexandria. In: BÁEZ, F. História universal da destruição dos livros: Das tábuas sumérias à guerra do Iraque. Tradução: Léo Schlafman. Rio de Janeiro: **Editora Ediouro**, 2004.

BASSALO, J. M. F. A crônica da gravitação. Parte I: das primeiras civilizações à Grécia antiga. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 7 (Número Especial), p. 70-81, 1990.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de ciências. **Estudos Avançados**, V. 32, N. 94, P. 97-110, 2018.

BROWN, C. Em busca de Cleópatra. **National Geographic Brasil**, N. 136, ano 12, P. 40-63, jun. 2011.

CABRAL, R. M. Biblioteca de Alexandria: projeto de dominação através do saber. In: CONGRESSO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINAR EM SOCIAIS E HUMANIDADES, 3., Salvador. **Anais ...** Salvador, 2014. Disponível em: <<http://aninter.com.br/Anais%20CONINTER%203/GT%2005/02.%20CABRAL.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

CANIATO, R. O que é astronomia. 5ª edição. São Paulo: **Editora Brasiliense**, 1981.

CARVALHO, A.; SANTOS, E.; AZEVEDO, M.; DATE, M.; FUJII, S.; NASCIMENTO, V. Termodinâmica: um ensino por investigação. São Paulo: **FEUSP**, 1999. Capítulo 1, P. 15-26.

CARVALHO, A.; SASSERON, L. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino Em Re-Vista**, V. 22, N. 2, P. 249-266, 2015.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, V. 18, N. 3, P. 765-794, 2018.

CHALMERS, A. O que é ciência afinal? Tradução de Raul Finker. São Paulo: **Brasiliense**, 1993. Capítulo 8, P. 122-135.

CHASSOT, A. I. Biblioteca alexandrina: a fênix ressuscitada. **Química Nova na Escola**, N. 16, P. 32-35, 2002.

CREASE, R. P. Eratóstenes mede a circunferência da Terra. In: CREASE, R. P. (Org.). Os dez mais belos experimentos científicos. Tradução: Maria Inês Duque Estrada. Rio de Janeiro: **Jorge Zahar Editor Ltda**, 2006, P. 17-26.

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. *In*: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: **Livraria da Física**, 2006. FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e astrofísica. 1ª edição. Porto Alegre: **UFRGS**, 2014, P. 1-8. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25ª edição. São Paulo: **Editora Paz e Terra**, 1996.

GIL-PEREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, V. 11, N. 2, P. 197-212, 1993.

GIL PEREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, V. 7, N. 2, P. 125-153, 2001.

JÚNIOR, P.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Análise dos condicionantes sociais da evasão e retenção em cursos de graduação em Física à luz da sociologia de Bourdieu. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, V. 12, N. 1, P. 37-60, 2012.

MATTHEWS, M. Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. **Comunicación, Language y Educación**, P. 141-155, 1991.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, V. 12, N. 3, P. 164-214, 1995.

MEDEIROS, A.; MONTEIRO JÚNIOR, F. A reconstrução de experimentos históricos como uma ferramenta heurística no ensino da física. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 3., 2001. **Atas [...]**. Atibaia: ENPEC, 2001.

MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência e Educação**, V. 5, N. 2, P. 1-14, 1998.

MONTEIRO JÚNIOR, F.; MEDEIROS, A. Síntese ou distorção: como os livros didáticos tratam o conceito de timbre? *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas [...]**. Porto Alegre: ABRAPEC, IF/UFRGS, 1999, P. 1-15.

MONTEIRO JÚNIOR, F.; CALUZI, J.; CARVALHO, W. O aparato de Lissajous e o ensino experimental de vibrações mecânicas? *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Atas [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009, P. 1-11.

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; CARVALHO, W. L. P. O ensino de acústica nos livros didáticos de física recomendados pelo PNLEM: análise da ligação entre a física e o mundo do som e da música. **Holos**, V. 1, P. 137-154, 2011.

MORAES, K.; HEIDEMANN, L.; ESPINOSA, T. Métodos ativos de ensino podem ser entendidos como recursos para o combate à evasão em cursos de Ciências Exatas? Uma análise pautada nas ideias de Vincent Tinto. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 37, N. 2, P. 369-405, 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., Lisboa. **Anais ... Lisboa**, 2000. Versão ampliada e revisada. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 5., Madri. **Atas...** Madri, 2006.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, V. 1, N. 1, P. 1-13, 2017.

MOURÃO, R. R. F. Da terra às galáxias. 1ª edição. São Paulo: **Melhoramentos MEC**, 1977.

NUNES, R. C.; QUEIRÓS, W. P. Visões deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, V. 19, N. 2, P. 295-319, 2020.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica, volume 1: mecânica. 4ª edição. São Paulo: **Edgard Blücher**, 2002, P. 9-10.

OLIVEIRA, L. Vestígios da vida de Hipácia de Alexandria. *Perspectiva Filosófica*, V. 43, N. 1, P. 3-20, 2016.

PEDUZZI, L. Evolução dos Conceitos da Física. Florianópolis: **UFSC/EAD/CED/CFM**, 2011. Capítulo 1, P. 11-20.

PONCZEK, R. I. L. Da bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica. In: ROCHA, J. F. M. (Org.). *Origens e evolução das ideias da física*. Salvador: **EDUFBA**, 2002.

SAGAN, C. *Cosmos*. Rio de Janeiro: **Editora Francisco Alves**, 1980, P. 3-22, P. 317-345.

SANZOVO, D. T.; QUEIROZ, V.; ROMANZINI, J.; LATTARI, C. J. B.; BRUNO, A. T.; TREVISAN, R. H. Construção de uma concepção egípcia de universo em uma caixa de sapatos. **A Física na Escola**, V. 17, N. 1, P. 24-28, 2019.

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

SCHAPPO, M. G. Discutindo a curvatura da Terra em sala de aula. **A Física na Escola**, V. 17, N. 2, P. 1-4, 2019.

SILVA, B. Um debate na escola: a história e a filosofia da ciência em foco. **A Física na Escola**, V. 11, N. 2, P. 12-15, 2010.

SILVA, E. S.; TEIXEIRA, E. S.; PENIDO, M. C. M. Análises de propostas didáticas em física orientadas por abordagens históricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, V. 35, N. 3, P. 766-804, 2018.

SILVEIRA, F. L. Como Eratóstenes mediu 7^o entre Assuã e Alexandria para descobrir a circunferência da Terra? **Centro de Referência para o Ensino de Física**. Jan. 2015. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=como-eratostenes-mediou-7-entre-assua-e-alexandria-para-achar-a-circunferencia-da-terra>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

SOUZA, J. C. M. Matemática divertida e curiosa. 15^a edição. Rio de Janeiro: **Editora Record**, 2001, P. 79.

SOUZA, R. S.; GRECA, I. M.; SILVA, I.; TEIXEIRA, E. S. Ensino de mecânica quântica na licenciatura em física por meio da história e filosofia da ciência. **Caderno Brasileiro em Ensino de Física**, V. 38, N. 2, P. 914-944, 2021.

STRATHERN, P. Arquimedes e a alavanca em 90 min. 1^a edição. Rio de Janeiro: **Jorge Zahar Editor Ltda**, 1998.

STUDART, N. Inovando a ensinagem de física com metodologias ativas. **Revista do Professor de Física**, V. 3, N. 3, P. 1-24, 2019.

TEIXEIRA, E.; GRECA, I.; FREIRE JR, O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física. *In*: PEDUZZI, L.; MARTINS, A.; FERREIRA, J. (Org.). Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: **EDUFRN**, 2012. Capítulo 1, P. 9-40.

VALADARES, J. Os modelos investigativos atuais no ensino de física e o recurso à história e filosofia da ciência. *In*: PEDUZZI, L.; MARTINS, A.; FERREIRA, J. (Org.). Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: **EDUFRN**, 2012. Capítulo 4, P. 85-121.

VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. Buscando elementos na internet para uma nova proposta pedagógica. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. 1^a edição. São Paulo: **Cengage Learning**, 2016, P. 135-151.

VIDEIRA, A. A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. *In*: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: **Livraria da Física**, 2006.

Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023

VINAGRE, A. L. M.; LUNAZZI, J. J. Eratóstenes e a medida do diâmetro da terra.

Departamento de Física da Unicamp, p. 1-20, s/d. Disponível em: <

<https://docplayer.com.br/10266569-Eratostenes-e-a-medida-do-diametro-da-terra-autor-andre-luiz-mendes-vinagre-orientador-jose-j-lunazzi.html> >. Acesso em: 01 set. 2019.

WUENSCHÉ, C. A. Cosmologia. *In*: MILONE, A. C. et al. (Org.). Introdução à Astronomia e a Astrofísica. São José dos Campos: **INPE**, 2003, P. 9-11.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos pareceristas pelas recomendações e dicas de monta.



Recebido em: 07/10/2022

Aceito em: 25/04/2023